

PAT-NO: JP355117587A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 55117587 A  
TITLE: LASER WORKING APPARATUS  
PUBN-DATE: September 9, 1980  
INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
INAGAKI, MASATOSHI  
JINBO, RYUTARO  
UNNO, TOMIO  
SHIDA, TOMOHIKO  
IKEMOTO, NORIO

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME HITACHI LTD COUNTRY N/A

APPL-NO: JP54024473  
APPL-DATE: March 5, 1979

INT-CL (IPC): B23K026/00, C21D001/09, C21D001/34

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain the laser light of an even energy density distribution with the compact constitution of less number of reflecting mirrors by forming the reflecting mirror surface for laser condensing into the curved face comprising moving the polygonal line of the specified angle parallel along the quadratic curve orthogonal to this and being concave to the concave part side thereof.

CONSTITUTION: At the time of working, particularly heat-treating the work by radiating laser light, a reflecting mirror which condenses laser light onto the work is made into the intersecting quadratic reflecting mirror. More specifically, the concave curved face made when the polygonal line CO<SB>1</SB>D is moved parallel along the curve O<SB>1</SB>O<SB>2</SB> being part of an ellipse is made reflecting surface. When this reflecting mirror 51 is tilted to a certain angle from the horizontal plane and laser light 9 of TEMOO mode is perpendicularly entered, a slender condensed part 52 is obtained. When the work is placed here and is moved, the heat treatment of even depth and high heat efficiency may be done. Combining the intersecting linear curved surface reflecting mirror and a concave mirror having the curvature of quadratic curves is equally well.

COPYRIGHT: (C)1980,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
 ⑫ 公開特許公報 (A) 昭55-117587

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑬ 公開 昭和55年(1980)9月9日  
 B 23 K 26/00 6570-4E  
 // C 21 D 1/09 7217-4K 発明の数 2  
 1/34 7217-4K 審査請求 未請求

(全 7 頁)

④ レーザ加工装置

② 特 願 昭54-24473  
 ② 出 願 昭54(1979)3月5日  
 ② 発明者 稲垣正寿  
     日立市幸町3丁目1番1号株式  
     会社日立製作所日立研究所内  
 ② 発明者 神保龍太郎  
     日立市幸町3丁目1番1号株式  
     会社日立製作所日立研究所内  
 ② 発明者 海野富男  
     日立市幸町3丁目1番1号株式

会社日立製作所日立研究所内  
 ② 発明者 志田朝彦  
     日立市幸町3丁目1番1号株式  
     会社日立製作所日立研究所内  
 ② 発明者 池本徳郎  
     日立市国分町1丁目1番1号株式  
     会社日立製作所国分工場内  
 ② 出願人 株式会社日立製作所  
     東京都千代田区丸の内1丁目5  
     番1号  
 ④ 代理人 弁理士 高橋明夫

明細書

発明の名称 レーザ加工装置

特許請求の範囲

1. レーザ光を反射鏡を介して被加工部材上に集光させるレーザ加工装置において、前記反射鏡は、所定の角度で交叉する折線を、該折線と直交し、該折線の凹部側に凹な2次曲線に沿つて平行移動させたときに形成される凹面（以下、交叉2次曲線と称する）を反射面として有することを特徴とするレーザ加工装置。
2. 特許請求の範囲第1項において、前記反射鏡からのレーザ光をさらに平面反射鏡を介して被加工部材上に集光させるように構成したことを特徴とするレーザ加工装置。
3. 特許請求の範囲第1項において、被加工部材上のレーザ光を振動させるために、前記反射鏡の少なくとも1つに振動付与手段を設けたことを特徴とするレーザ加工装置。
4. レーザ光を反射鏡を介して被加工部材上に集光させるレーザ加工装置において、反射鏡は、

所定の角度で交叉する折線を該折線の交点と直交する直線に沿つて平行移動させたときに形成される凹の反射面（以下、交叉1次曲面と称する）を有するものと、少なくとも1方向が2次曲線の曲率を有する凹面鏡との組合せからなることを特徴とするレーザ加工装置。

5. 特許請求の範囲第4項において、加工部材上のレーザ光を振動させるために、前記反射鏡の少なくとも1つに振動付与手段を設けたことを特徴とするレーザ加工装置。

発明の詳細な説明

本発明は、レーザ光を被加工部材に照射して加工するレーザ加工装置に関し、特に熱処理加工を行なう際に、均一なエネルギー密度分布を有するレーザビームを得ることのできるレーザ加工装置に関する。

レーザ発振器から取り出されたレーザ光のエネルギー密度は、発振器の特性に応じて種々のモードに従つた分布を有する。 $E_{\text{M}_0}$  (ガウス形) のレーザ光の場合を例にとると、第1図に示すごと

(1)

-447-

(2)

く、ビーム断面 1 0 の中心部に高いエネルギー密度を有し、中心から離れるに従つてエネルギー密度は指數関数的に低下する。第 2 図に示すとく、このようなレーザ光 9 を集光レンズ 1 2 でいつたん集光したのち、集点面 1 3 からはずれた位置の被加工部材 1 4 に照射すると、第 3 図に拡大して示すように、等温線 1 6 は、照射部中心から同心円的円弧部群となつて拡がる。この等温線の温度  $T_1 \sim T_4$  は周辺部になる程低く ( $T_1 < T_2 < T_3 < T_4$ )、表面のある領域を一定温度に均一に加热することができない。例えば焼入れ加工において、 $T_2$  を焼入れ温度とすると、中心部のみ焼入れすることができるが、焼入れ深さが均一にならず、また周辺の部分 1 8 のレーザ光のエネルギーは焼入れに寄与しないため、熱処理効率（焼入れ体積／（出力×時間））が低下するという欠点を有している。

上記熱処理加工の欠点を解消する方法として、第 4 図 (A) に示すとく、レーザ光を 2 分割し、個々のレーザ光を、エネルギー密度分布が X 方向で

(3)

等のように空間的に制約のある場合、その使用が困難であるという欠点を有している。

本発明の目的は、少数の反射鏡を使用して可及的に均一なエネルギー密度分布を有するレーザ光を得ることができ、かつ空間的にもコンパクトを構成のレーザ加工装置を提供することにある。

本発明は、レーザ光を被加工部材に照射して加工するレーザ加工装置において、レーザ光を複数に分割せず、1 枚または 2 枚の反射鏡により、エネルギー密度分布を反転合成して少なくとも一方向に均一なエネルギー密度分布を有するレーザ光に整形し、前記目的を達成するようにしたものである。すなわち、本発明の典型例によれば、レーザ光を反射鏡を介して被加工部材上に集光させるレーザ加工装置において、反射鏡は、所定の角度で交叉する折線を、該折線と直交し、該折線の凹部側に凹な 2 次曲線に沿つて平行移動させたときに形成される凹面（以下、交叉 2 次曲線と称する）を反射面として有することを特徴とするレーザ加工装置が提供される。

(5)

特開昭55-117587(2)  
均一になるように円筒状凹面鏡で集光させる方法  
が本発明者らによつて提案されている（特願昭  
53-23525 号）。図示された装置は、レーザ光  
を異なる方向に 2 分割して反射させる反射鏡 4 3  
と、これらの分割されたレーザ光をそれぞれ反射  
させる円筒状凹面鏡 4 1 および 4 2 とからなり、  
該凹面鏡 4 1 および 4 2 から反射した分割レーザ  
光 1 0 0 および 1 0 1 を被加工部材 1 4 上の所定  
個所 5 2 に集光させて加工するものである。この  
場合のエネルギー密度分布を第 4 図 (B) に示すが、  
エネルギー密度分布は、分割された各レーザ光の X  
方向エネルギー密度分布 1 0 0 A および 1 0 0 B の  
和となり、X 方向に均一なものとなる。また等温  
線 1 6 も被加工部材 1 4 の表面と平行になり、  
従つて均一な焼入れ加工が可能になり、かつ熱処  
理効率も改善される。しかし、このような装置は、  
レーザ光を分割するため、分割された個々のレー  
ザ光につき反射鏡を必要とし、比較的大きな空間  
を必要とする。このため、例えば細いパイプの内  
面、またはピストンと摺動接触するシリンダ内面

(4)

以下、本発明を図面によりさらに詳細に説明す  
る。第 5 図は、本発明に用いる反射鏡の一実施例  
を示す斜視図である。この反射鏡は、折線 C O<sub>1</sub> D  
を円または梢円の一部である曲線 O<sub>1</sub> O<sub>2</sub> に沿つて平  
行移動したときできる凹曲面を反射面にもつもの  
(交叉 2 次曲面反射鏡と称する) である。この反  
射鏡 5 1 を第 6 図に示すように、水平面からある  
角度傾斜させて、T E M<sub>00</sub> モードのレーザ光 9 を  
垂直に入射させると、細長い集光部 5 2 を得るこ  
とができる。この集光のようすを矢印 A、矢印 B  
方向から見た図を第 7 図、第 8 図に示す。集光部  
5 2 において、エネルギー光度の高い入射ビーム中  
心部は集光部の両端に導びかれると同時に反射面  
が Y<sub>1</sub> - Y<sub>2</sub> 方向に円または梢円の曲率を有するた  
め、Y<sub>1</sub> - Y<sub>2</sub> 方向に狭くなり、従来例（第 4 図）  
のエネルギー密度分布 1 0 2 と同様に X 方向にほぼ  
均一なエネルギー密度分布を有するレーザ光を得る  
ことができる。このような装置において、集光部  
5 2 に被加工部材を置き移動させると、深さが均  
一で熱効率の高い熱処理加工を行なうことができる

(6)

る。

次に第9図は、本発明の他の実施例を示すもので、第6図の実施例と同様にレーザ光9を交叉2次曲面反射鏡51に反射させた後、さらに平面鏡53を介して集光部52を被加工部材14上に導びくようにしたものである。被加工部材14の熱加工は集光部52を被加工材上に移動させて行なうが、この場合、被加工材14を移動させてもよいし、またはレーザ光の照射装置全体を移動させてもよい。この実施例においても、ほぼ均一なエネルギー密度分布を有する集光部52を得ることができ、従つて加工深さの均一な、熱効率の高い熱処理加工を行なうことができる。

第10図は、本発明のさらに他の実施例を示すもので、交叉1次曲面平面鏡54と円筒状（または梢円筒状凹面鏡）55とを用いて集光面52を得るものである。図において、垂直入射光9は水平面とある角度 $\alpha$ を傾斜させて置かれた反射鏡54で反射され、前記凹面反射鏡55に導びかれる。交叉1次曲面反射鏡54は、第11図に示す

(7)

工面52Aを得ることができる。振動付与手段としては、通常の機械的手段を用いることができる。また第5図に示す交叉2次曲面のO,C,O,D方向にも凹または凸の曲率をもたせ、このようにして第6図、または第9図の集光部52のX方向幅を縮小または拡大することができる。また第11図に示す交叉1次曲面のO,C,O,D方向にも曲率（凹または凸）をもたせることにより、第9図の集光部52のX方向幅を縮小または拡大することができる。

さらに第9図における反射鏡53の少なくとも1方向を凹または凸面にすることにより、集光部52のX方向幅を縮小または拡大することができる。同様に第10図において、反射鏡55のX<sub>1</sub>-X<sub>2</sub>方向にも曲率（凹または凸）をもたせ、集光部52のX方向幅を縮小または拡大することができる。

次に本発明装置の使用例を図面に造づいて説明する。第12図は、入射レーザ光9の径が管径よりも大きい場合の細管15の内面の焼入れ加工状

(9)

ごとく、折線C,O,Dを直線O,O<sub>2</sub>に沿つて平行移動したときにできるV字型凹面を有する。また、凹面反射鏡55は、円筒または梢円筒の1部を切り出した内面を反射面とし、Y<sub>1</sub>-Y<sub>2</sub>方向に曲率を有する反射鏡である。入射光がTEMoモードのレーザ光の場合、エネルギー密度の高い中心部は交叉1次曲面反射鏡54により凹面反射鏡55の両端に導びかれるが、反射鏡55がY<sub>1</sub>-Y<sub>2</sub>方向に曲率を有するため、Y<sub>1</sub>-Y<sub>2</sub>方向の曲面で集光され、前記実施例と同様に被加工部材14上のX方向にほぼ均一なエネルギー密度分布を有する集光部52を与える。この集光部52を被加工部材14上にY方向に移動することにより、加工深さがほぼ均一な焼入れ加工面を得ることができる。

本発明は、上記第5図ないし第11図に示した実施例に限定されず、種々の変形例が考慮される。例えば、第6図、第9図、第10図の実施例において、矢印Z<sub>1</sub>-Z<sub>2</sub>方向に反射鏡のいずれか一方または両方を振動させることにより、集光部52をY方向に振動させることができ、広い領域の加

(8)

熱を示す説明図である。図において、レーザ光9はビームエキスパンダー56によって管径より小さい径の平行レーザ光9Aに転換され、細管15内の本発明に係る交叉2次曲面反射鏡51により反射され、管内面上に集光されるが、交叉2次曲面反射鏡51を速度Vで移動させることにより、管内面を連続的に焼入れ加工することができる。図面では反射鏡51を矢印方向に移動させる場合を示したが、反射鏡51を固定して細管15を移動させてもよい。本実施例においては、管への入射レーザ光9Aが管の長さ方向と平行であるため、管長が長くても管内面の任意の位置の焼入れが可能である利点を有する。また、交叉2次曲面反射鏡51は、レーザ光9Aの径程度の大きさでよいため、細径管内面の任意の個所の焼入れ加工が可能となる。第13図に細管15の焼入れ部15Aの断面形状を示すが、焼入れ深さが均一な焼入れ部断面形状59が得られる。

第14図は、第10図のレーザ加工装置を用いて被加工材（ゴム）14の切断を行なう場合の使

(10)

用例を示す断面図である。この加工装置には、ガス吹付装置 60 が備えられ、レーザ光の集光部に（矢印方向に）アルゴン等の不活性ガス 61 が吹き付けられる。このような装置を用い、レーザ光のビーム出力 2 kW、走査速度 10 m/min で 3 mm 厚さの合成ゴムを切断したところ、良好な切断面を得ることができた。

以上、本発明によれば、反射鏡 1 個ないし 2 個で少なくとも 1 方向のエネルギー密度が均一なレーザ集光部を容易に得ることができ、また装置の主要構成が反射鏡からなるので、レンズのように破損のおそれがなく、レーザ光の高出力化が図ることができる。さらに構造がコンパクトであるため、取扱いが容易であり、従来困難であつた狭隘な加工部位でもレーザ加工が可能となる。

#### 図面の簡単な説明

第 1 図は、ガウス型エネルギー密度分布を有するレーザ光の断面形状およびエネルギー密度分布を示す線図、第 2 図は、従来のレーザ加工方法の原理を示す概略構成図、第 3 図は、第 2 図の方法によ

(11)

るレーザ光、41, 42…円筒状凹面鏡、43…2 分割反射鏡、51…交叉 2 次曲面反射鏡、52…集光部、53…平面反射鏡、54…交叉 1 次曲面反射鏡、55…円筒状または稍円筒状凹面鏡、56…ビームエキスパンダ、59…焼入れ部、100, 101…分割されたレーザ光。

代理人 弁理士 高橋明夫

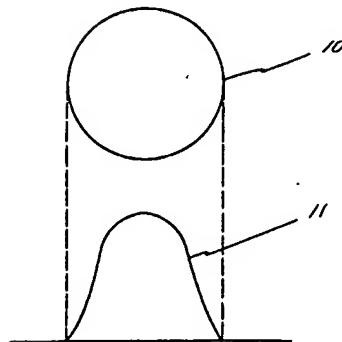
特開昭 55-117587(4)

る加熱状況を示す断面図、第 4 図 (A) は、従来のレーザ加工方法の原理を示す概略構成図、第 4 図 (B) は、その加熱状況の断面図、第 5 図は、本発明の実施例に用いる反射鏡の斜視図、第 6 図は、本発明に係るレーザ加工方法の実施例を説明する概略説明図、第 7 図は、第 6 図の A 矢視図、第 8 図は、第 5 図の B 矢視図、第 9 図は、本発明の他の実施例を説明するレーザ加工装置の概略構成図、第 10 図は、本発明のさらに他の実施例を説明するレーザ加工装置の概略構成図、第 11 図は、本発明の実施例に用いた他の反射鏡の斜視図、第 12 図は、本発明装置の使用例を示す図、第 13 図は、第 12 図のレーザ加工装置により焼入れ加工された管の内面の焼入れ状態を示す断面図、第 14 図は、本発明装置の他の使用例を説明する図である。

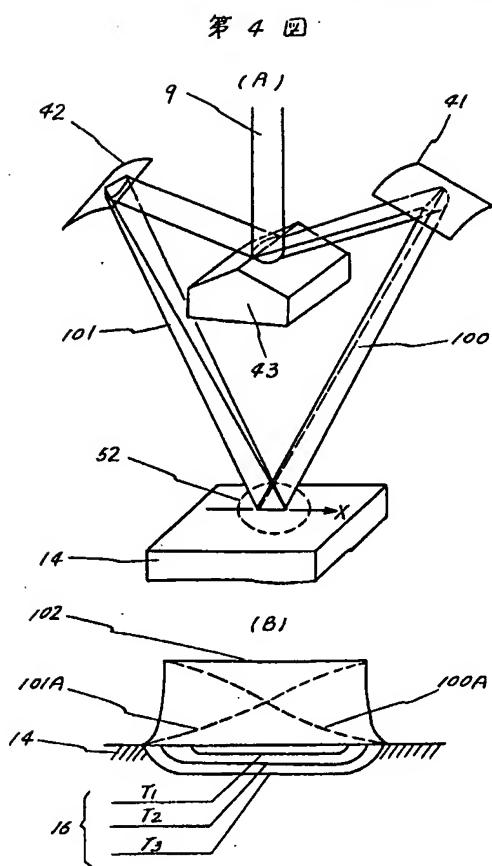
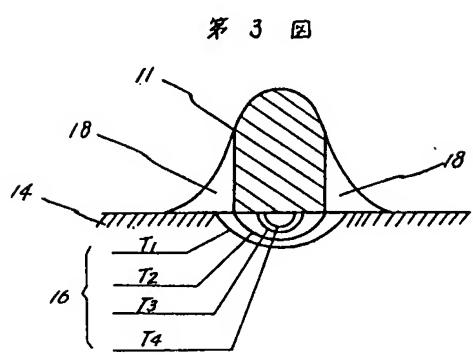
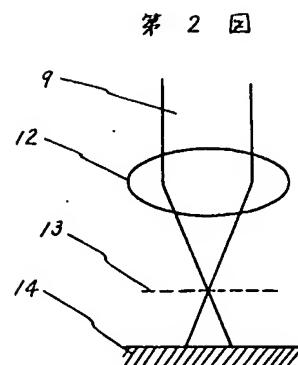
9, 9A…レーザ光、10…レーザ光断面形状、11…エネルギー密度分布、12…凸レンズ、13…焦点面、14…被加工部材、15…管内面、16…等温線、18…レーザ焼入れに寄与しな

(12)

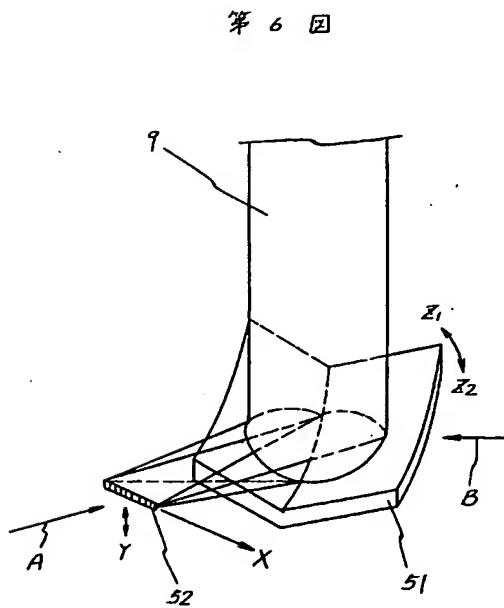
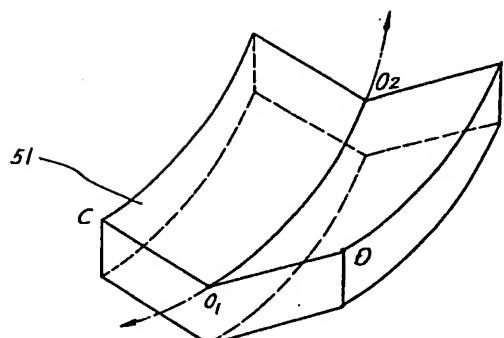
#### 第 1 図



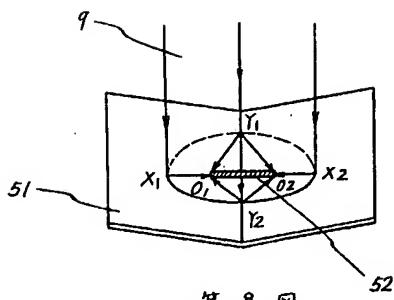
(13)



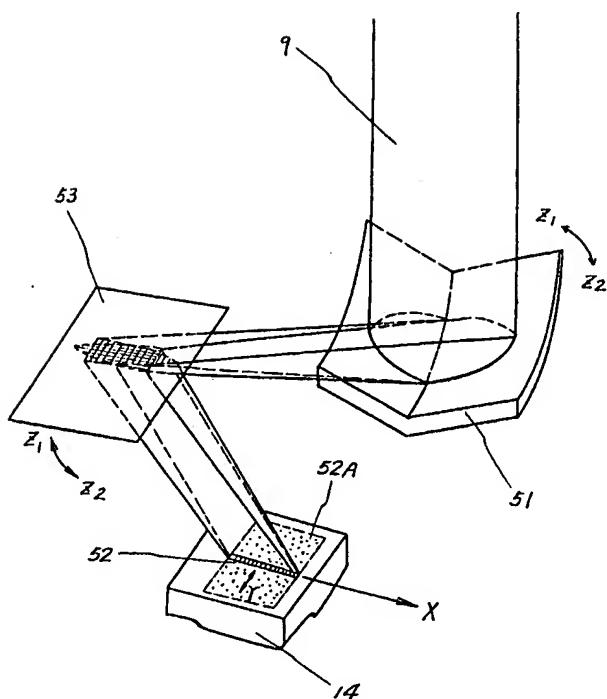
第5図



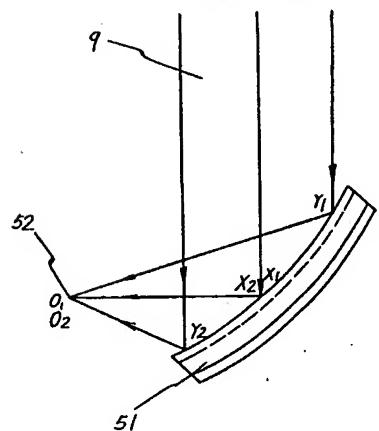
第 7 図



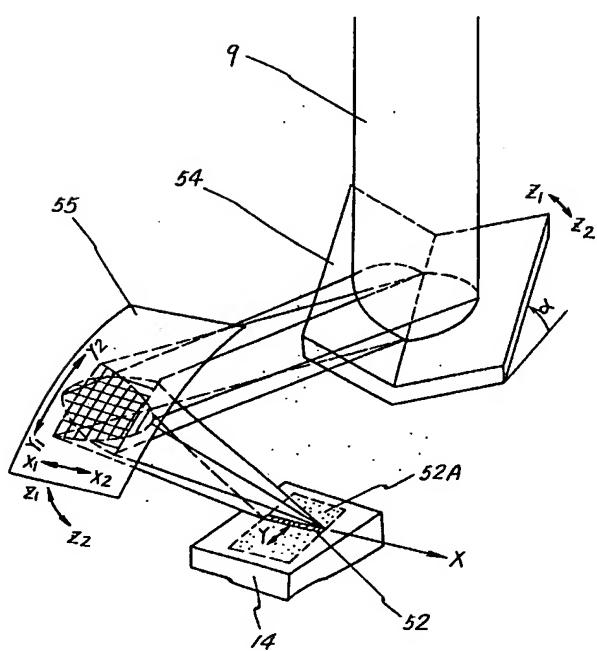
第 9 図



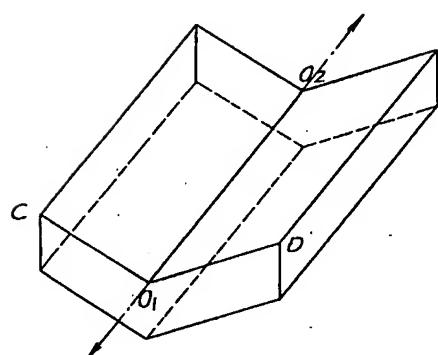
第 8 図

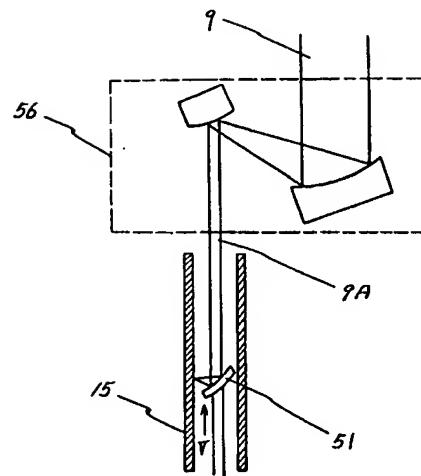


第 10 図

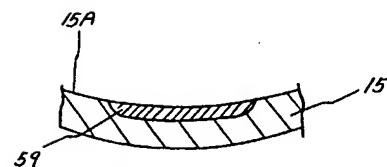


第 11 図





第13図



第14図

